

## ANGABEN ZUM MIKROKLIMA DES GEBIETS „FORRÁS” VON PÓTHARASZT

von

J. BOROS

Die Mikroklimauntersuchungen des Klimatologischen Instituts der Universität von SZEGED im Wald von PÓTHARASZT fanden im Juli 1960 statt. Das Naturschutzgebiet des Waldes liegt 8 km W von MONOR. Seine charakteristische Pflanzenwelt regte uns an, neben seinen botanischen Verhältnissen auch sein Klimat zu untersuchen.

### Allgemeine Charakterisierung des Gebiets

W von der Linie PESTLÖRINC—VECSÉS—MONOR—CEGLÉD—ALPÁR befindet sich das Obere Pliozän- und Pleistozänbett, das Überschwemmungsgebiet der Donau. Das Gebiet ist durch die ehemaligen Seitenarme bzw. toten Arme des Flusses zerstückelt. Flussanschwemmung und Löss haben sich auf das Gebiet abgelagert, aber sie bilden keine einheitliche Decke, sondern ändern sich sowohl horizontal als auch vertikal. Für die Entstehung der Tribsandformen in unserem Untersuchungsgebiet gibt Pécsi eine Erklärung (1). Seiner Ansicht nach wurden die in der Umgebung von ÓCSA SOROKSÁR bis dahin abgelagerten Sedimente am Ende des Pleistozän von kalkigem Schlamm bedeckt. Wo der Schlamm abgetragen oder durch die Laune des Flusses nicht abgelagert wurde, kam der Sand an die Oberfläche und die heutigen Sandformen sind durch Deflation entstanden. Das Terrain ist abwechslungsreich. Neben den Seitenarmen ist es auch von niedrigen Terrasseninseln, kleinen Hochwasserfreien Flecken gegliedert. Charakteristisch sind die in organogener Auffüllung befindlichen torfigen, sumpfigen Vertiefungen. Im Gebiet des Waldes von PÓTHARASZT ist der durch Beforstung grossenteils schon gebundene Tribsand vorherrschend. Nach der Klimabezirksaufteilung von József K a k a s (5) gehört das Gebiet noch in die Zone zwischen den Bezirken  $A_2$  und  $A_4$ : es ist warm mit mässig trockenen und mässig heissen Sommern.

Das Vegetationsbild des untersuchten Gebiets wird neben dem Klima vor allem von der Ausbreitung des Wassers und des Oberflächensandes bestimmt. So ist das Vegetationsbild im allgemeinen Tiefebenen — bzw. Donau-Theiss Zwischenlandstyps. Heute schon wird das Gebiet mit Ausnahme einiger natürlicher Flecke bestellt. Kaum eine Spur der torfigen, sumpfigen Wiesenmoore ist zurückgeblieben.

Die Beobachtungen wurden am W — Teil des Waldes durchgeführt, den die dortige Bewohnerschaft „QUELLE“ („FORRÁS“) nennt. Dies ist ein vertieftes, flaches Terrain, wahrscheinlich durch Windabblasen entstanden. Seine Länge beträgt 350—400 m, seine Breite 80—110 m; sein Niveauunterschied, verglichen mit der Umgebung übertrifft nirgendwo 2,5 m. Es ist periodisch von Wasser bedeckt, aber auch in der Trockenperiode ist das Niveau des Grundwassers hoch. So konnte eine eigenartige Vegetation in der Mitte des trockenen, sandigen Waldes sich in natürliche, gut differenzierte Substrate entwickeln. Die Vegetation besteht im tiefsten Teil der vom Wind gemachten Vertiefung aus sehr dichtem, mehr als zwei Meter hohem, ungangbarem *Brennessel-Röhricht-Bestand* (SCIRPETO-PHRAGMITETUM), im seichterem Uferbereich aus *Riedgraswiese* (MAGNOCARICION). Letztere wird als Heuwiese gebraucht und zur Zeit unserer Ankunft war sie in Stoppelzustand. Am steileren Nordhang befinden sich ein *Eichenwald mit Maiblumen* (CONVALLARIO-QUERCETUM ROBORIS) und ein Auenwald mit Pappeln. (Espen). Der *Brennessel-Röhricht-Bestand* und die *Riedgraswiese* spielen eine grosse Rolle in der organogenen Auffüllung der Vertiefung. Ihre üppige Vegetation und die periodische Wasserbedeckung begünstigen die organoische Verwesung sowie die Bildung von Torf und Humus.

An mehreren Stellen nahmen wir Proben, um die Struktur des Bodens zu untersuchen.

Die Ergebnisse der Probe auf der Riedgraswiese:

- 0—20 cm Trof mit feinkörnigem Sand
- 20—40 cm stark mit Humus gemischter Wiesenlehm, grossenteils aus feinkörniger Fraktion, mit Molluskenarten die auf periodische Wasserbedeckung deuten (*Succinea oblonga*, *Anisus spirorbis*, *Galba truncatula*, *Scodrella tridens*, usw.)
- 70—100 cm leicht mit Humus gemischter, aus Löss entstandener Lehm, der graduell sandig wird
- von 110 cm ab erscheint der im Gebiet vorherrschende feinkörnige Sand.

Die im *Brennessel-Röhricht-Bestand* genommene Probenreihe zeigt dasselbe Bild mit dem Unterschied, dass der Torf und seine auf periodische Wasserbedeckung deutende Molluskenfauna viel reicher sind.

Die obere Bodenschicht des *Eichenwaldes* und des *Auenwaldes* ist dunkelbrauner, mit Humus gemischter Sand; die Quantität des Humus nimmt mit der Tiefe ab; von 80—100 cm ab ist der Sand hellfarbig und in 170 cm kommt wieder eine Humusschicht.

Bei den Messungen wurden folgende Instrumente gebraucht: elektrisches Widerstandsthermometer WAGNER—GALYAS Typs, Quecksilberthermometer, Schalenanemometer, Anemoskop, Assmannscher Aspirationspsychrometer, Hellmannscher Niederschlagsmesser, Radiationsminimumthermometer.

Die Stationen wurden auf einer N—S-Linie in allen vier Pflanzengesellschaften errichtet mit den folgenden Instrumenten:

#### I. Riedgraswiese:

- Elektrisches Luftthermometer in 10, 50 und 150 cm.
- Bodenthermometer in 2, 5, 10, 20 und 30 cm.
- Aspirationspsychrometer in 10 und 150 cm.
- Schalenwindmesser, Anemoskop in 1 m.
- Radiationsminimumthermometer.
- Niederschlagsmesser.

## II. Brennessel-Röhricht-Bestand:

Elektrisches Luftthermometer in 10, 150 und 300 cm.

Bodenthermometer in 2, 5, 10, 20 und 30 cm.

Aspirationspsychrometer in 10 und 150 cm.

Schalenanemometer und Anemoskop in 1 m.

Radiationsminimumthermometer.

## III. Eichenwald mit Maiblumen:

Elektrisches Luftthermometer in 10, 150, 300, 500 und 700 cm.

Radiationsminimumthermometer.

## IV. Auenwald mit Pappeln (Esen):

Elektrisches Luftthermometer in 10, 150 und 300 cm.

Radiationsminimumthermometer.

Niederschlagsmesser.

Abb. 1. zeigt die Anordnung der Stationen und die Abstände zwischen ihnen.

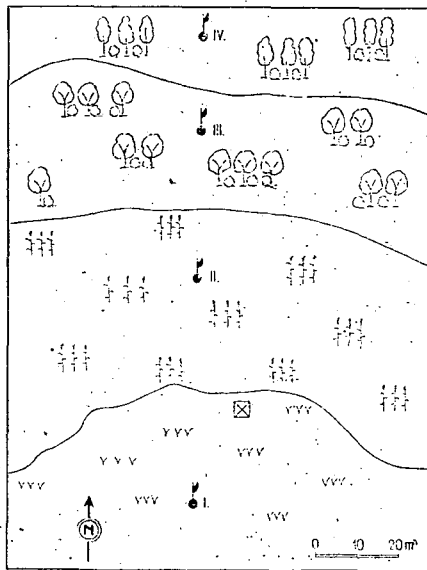


Abb. 1.

## Das Wetter in der Beobachtungsperiode .

Am 15. Juli erreichte die Kältefront des schottländischen barometrischen Minimums das Gebiet der ALPEN und zum 16. drang sie in unser Land ein, aber erreichte unser Untersuchungsgebiet nicht. Am 17. bildete sich ein sekundäres barometrisches Minimum aus mit einem Mittelpunkt in der SÜDLICHEN UNGARISCHEN TIEFEBENE, wovon eine Wärmeffront nach N und eine Kälteffront nach S ausging. Zum 18. löste sich dieser Zyklon auf und ein Hochdruckrücken

eroberte das ganze Land. Zum 19. wurde der Antizyklon stärker, was starke Einstrahlung und hohe Temperaturmaxima zur Folge hatte. Am 20. drang die Kältefront des skandinavischen Minimums in TRANS-DANUBIEN ein und erreichte unser Gebiet am 21. Ihre Wirkung offenbarte sich in starker Abkühlung, Gewittern und reichlichem Niederschlag. (3.), (4.).

Am 17. war der Himmel den ganzen Tag völlig bedeckt, besonders mit Cu, Ac, Ci und Cs — Wolken. Nach 21 Uhr begann die Auflösung der Wolkendecke und um 23 Uhr war es schon ganz klar. Der Tagesgang wurde um 12 Uhr durch die Wirkung eines fernen Gewitters gestört, was einen leichten Sprühregen und Temperatursenkung hervorrief. Während des ganzen Tages wehte der Wind aus N, NW, W Richtungen, durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 30–110 m/min. Bis zum 18.–20. Juli begann der Aufzug der Wolken nach klaren Nächten um 8–10 Uhr besonders in Cu, am Nachmittag besonders in Cu und Ac Form. Der Bedeckungsgrad war im allgemeinen 5/10, aber auch maximal überschritt sie den Grad 8/10 nur bei zwei Beobachtungen am 19. Die Wolkendecke löste sich zwischen 18–20 Uhr auf. Der Zenit war am Vormittag durch Cu-Bildung charakterisiert. Am 18. wehte vorwiegend ein S, SW — Wind von 8 bis 17 Uhr mit einer Geschwindigkeit von 60–100 m/min. Am 19. wehte ein ähnlicher Wind zwischen 11–14 Uhr. Am 20. war die Richtung des Windes E und S, seine Stärke 40–100 m/min und der Wind wehte von 9 bis 15 Uhr. In der Nacht zum 21. erschien die Bewölkung zwischen 0–1 Uhr und erreichte 10 Grad während des Vormittags. Die Windrichtung änderte sich zu W, und um 12 Uhr brachte der Wind ein heftiges Gewitter mit einem Niederschlag von 60,9 mm.

Jede Nacht beobachteten wir Tau und mit Ausnahme des 21. Bodennebel, der sich um Sonnenaufgang schnell auflöste.

In der Beobachtungsperiode waren, mit Ausnahme des ersten und des letzten Tages, antizyklonale Lage, starke Einstrahlung, geringe, vormittägliche Bewölkung und schwacher Wind vorherrschend und die Temperaturwerte entsprechen den durchschnittlichen Juliwerten. So sind der 18., der 19. und der 20. für Bearbeitung geeignete Tage.

### Der tägliche Gang der Lufttemperatur

Auf der Riedgraswiese ab 22 Uhr der Nacht zum 19. als es ganz klar wurde, bildete sich Tau und ab 2<sup>h</sup>5<sup>m</sup> auch Bodennebel, der bis Sonnenaufgang erhalten blieb. In dieser Periode kühlte sich die Luft über der Riedgraswiese stark ab. Zwischen 2<sup>h</sup>30<sup>m</sup> und 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup> sank die Lufttemperatur in 10 cm unter 10,0°C, im Extremwert auf 9,1°C. In 50 cm war die Temperatur um 3,0°C höher und in 150 cm kam sie nahe an 13,0°C. Also war die Anhäufung der Kaltluft im unteren 50 cm am intensivsten. Der Temperaturunterschied zwischen 10 und 50 cm war zu dieser Zeit am grössten: 2,5–2,8°C. Dies ist der Offenheit des Geländes zuzuschreiben, da dort nichts die Ausstrahlung hinderte. (Abb. 2.).

Der Anstieg der Temperatur — wenn auch Langsam begann — schon vor Sonnenaufgang, und um 4<sup>h</sup>45<sup>m</sup> als das Gebiet direkte Sonnenstrahlung bekam, stieg die Temperatur schnell an und schon nach einer Stunde fand die für den Tag charakteristische vertikale Anordnung der Temperatur statt; die Luft wurde zwischen den Messungshöhen in 10 cm am wärmsten. Der schnelle

Temperaturanstieg dauerte bis 8 Uhr; nachdem änderte sich die Lufttemperatur — vom beginnenden Wind und von der Bewölkung abhängig — ein sehr veränderliches Bild. Der Temperaturunterschied zwischen zwei Beobachtungszeit-

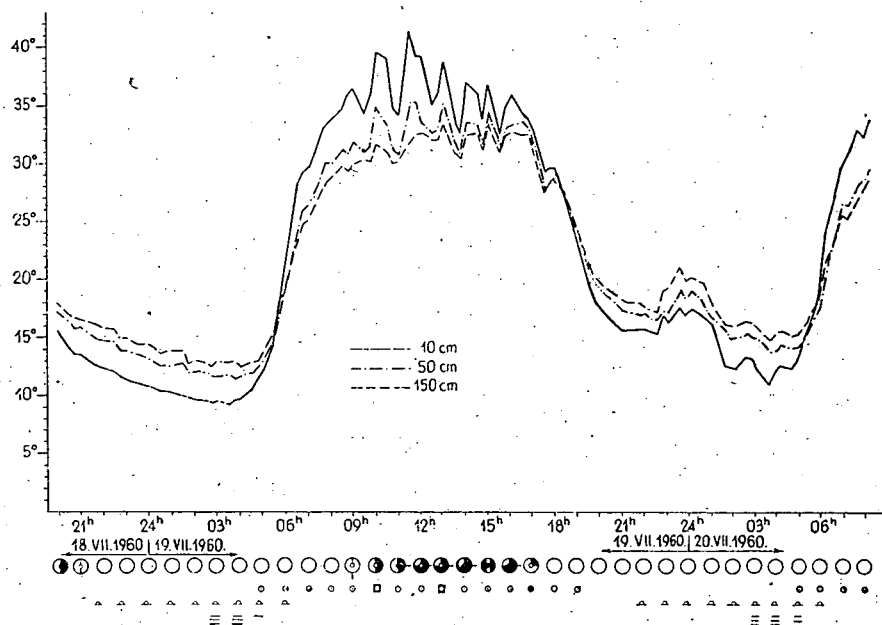


Abb. 2.

punkten betrug in 10 cm sogar  $6,0^{\circ}\text{C}$ . Ebenso veränderlich war der Temperaturgang in 50 und 150 cm, aber mit geringeren Amplituden. Dem  $6,0^{\circ}\text{C}$  gegenüber betrugen hier die Schwankungen nur  $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$  und in 150 cm überstiegen sie kaum  $2,0^{\circ}\text{C}$ .

Bei Tag — von 8 Uhr bis 17 Uhr — erfolgte diese schnelle Temperaturschwankung immer und in allen Niveaus über  $30,0^{\circ}\text{C}$ . Die grössten Unterschiede zwischen 10 und 50 cm überschritten  $5,0^{\circ}\text{C}$  mehrere Male, während der Unterschied zwischen 50 und 150 cm nur 1–2, zufälligerweise  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  betrug.

Nach 18 Uhr erfolgte eine schnelle Temperaturveränderung. Gegenüber der verminderten Einstrahlung nahm die Ausstrahlung an — weil der Himmel ganz klar wurde — und um  $18^{\text{h}}30^{\text{m}}$  setzte eine vertikale Temperaturinversion ein, nach der die Temperaturschichtung der Luft zum nächtlichen Zustand zurückkehrte. Der Tau erfolgte um 22 Uhr, obwohl infolge der starken täglichen Erwärmung die Temperatur überall über  $16,0^{\circ}\text{C}$  war.

Eine interessante Erscheinung konnte nach 22 Uhr beobachtet werden, als im abendlichen Abkühlungsgang bei ganz heiterem, windstillem Wetter ein Temperaturanstieg von  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  in allen Niveaus erfolgte und diese Temperaturhöhe erst um  $1^{\text{h}}30^{\text{m}}$  in den ursprünglichen Abkühlungsprozess zurückkehrte. Diese Erscheinung wurde schon von Wagner beobachtet, der sie, ohne ihre Ursachen festzustellen, „abendliches Kleinmaximum“ nannte. (8.)

Diese Erscheinung tritt immer nur nach vorwiegend heiteren Tagen auf, und nur wenn die Temperatur der Luft hoch war.

Das abendliche Kleinmaximum konnten wir jeden Tag beobachten, aber es entwickelte sich am auffallendsten an diesem Tag. Der weitere Gang der Abkühlung war dem des vorigen Tages ganz ähnlich mit dem Unterschied, dass die Temperaturwerte höher waren:

10 cm	11,0°C
50 cm	13,8°C
150 cm	14,9°C

Für den täglichen Gang ist es im allgemeinen charakteristisch, dass die Temperatur vier Stunden nach dem Frühmorgenmaximum schon über 30,0°C steigt und mit den oben beschriebenen Schwankungen in diesem Niveau bleibt. Die abendliche Abkühlung, ähnlich wie die morgendliche Erwärmung, ist ganz schnell bis das abendliche Kleinmaximum erfolgt.

Die Extremwerte der Temperatur in °C  
am 19.

	Min.	Max.	$\Delta$ Max.—Min.
10 cm	9,1	42,0	32,9
50 cm	11,4	35,8	24,4
150 cm	12,4	33,8	21,4

Der Temperaturgang des *Brennessel-Röhricht-Bestandes* ist etwas gleichmässiger. Die nächtliche gleichmässige Abkühlung bis zum Morgen des 19. erreichte nur 11,7°C in 10 cm. Diesem Gang folgt mit einer Abweichung von 0,2–0,3°C die Lufttemperatur des Blätterniveaus (150 cm). Die Temperaturverteilung im unteren 150 cm ist also gleichmässig mindestens während der Nacht. In einer Periode der vormittäglichen Erwärmung — ab 5<sup>h</sup>45<sup>m</sup> — übernimmt das Blätterniveau des Röhrichts die Rolle der aktiven Oberfläche und bis zu den Mittagsstunden — präziser bis 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup> — ist die Temperatur hier immer höher als innerhalb des Röhrichts. (Abb. 3.) Die Ursache davon ist, dass der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen in den Frühmorgenstunden noch klein ist und so die Blätterzone des Röhrichts über dem darunter befindlichen Bestand eine kompakte beschattende Schicht bildet. In den Mittagsstunden dringen schon die unter grossem Winkel einfallenden Sonnenstrahlen auch in die unteren Schichten der Vegetation ein und so wird die aktive Oberfläche ab 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup> bis 13<sup>h</sup>45<sup>m</sup> im 0–10 cm Niveau sein. Bis 16 Uhr — wenn die Abkühlung beginnt — wiederholt sich der vormittägliche Gang.

Die ins Röhricht direkt eindringende Strahlung der Mittagsstunden begünstigt die kräftige Entwicklung des Brennesselbestandes. Die Tatsache, dass das Blätterniveau des Röhrichts in den Nachtstunden nicht die Rolle der aktiven Oberfläche nimmt, kann dadurch erklärt werden, dass die Blätterzone keine völlig geschlossene Schicht bildet (das beweist auch das Eindringen der unter grossem Winkel fallenden Sonnenstrahlen) und darum lässt sie der nächtlichen Ausstrahlung freien Weg wenn sie sie auch ermässigt.

Auch im *Brennessel-Röhricht-Bestand* kann das abendliche Kleinmaximum erkannt werden; sein Wert erreicht 1–2,0°C.

Im allgemeinen ist es charakteristisch für den *Brennessel-Röhricht-Bestand*, dass die Amplitude der täglichen Temperaturschwankung kleiner ist als auf der Riedgraswiese; der Gang der Erwärmung und Abkühlung ist auch gleichmässiger.

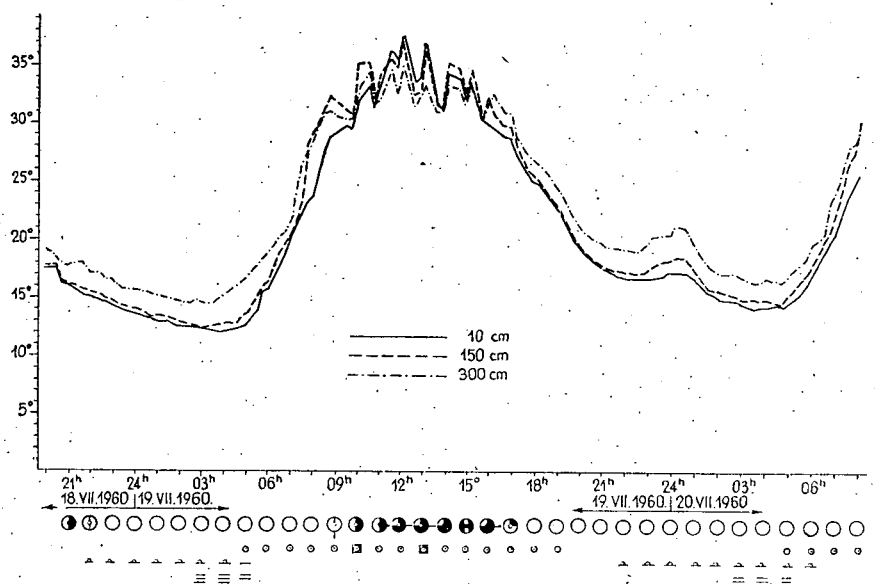


Abb. 3.

Die Extremwerte der Temperatur in °C  
am 19.

	Min.	Max.	$\Delta$ Max.—Min.
10 cm	11,7	37,8	26,1
150 cm	12,2	37,2	25,0
300 cm	14,3	35,2	20,9

Ganz verschiedenen Charakter zeigt der Temperaturgang des *Eichenwaldes mit Maiblumen*, Trotzdem dass es uns gelang, hier in 7 m Höhe Beobachtungen auszuführen, waren die angebrachten Thermometer nur zur Messung des Waldbestandes selbst geeignet. Das in 7 m Höhe angebrachte Thermometer reichte nicht über die Laubkrone. Folglich zeigen die Temperaturgraphikons (Abb. 4.), dass es infolge der Beschattung immer in der Bodennähe, in 10 cm, bei Tag sowie bei Nacht, am kühlsen war. Die Temperatur des untersten Niveaus wird wahrscheinlich von der Abkühlung des Luftraumes der *Riedgraswiese* und des *Brennessel-Röhricht-Bestandes* bestimmt, um so mehr, weil es hier auch in der Bodentemperatur gewiss keine bedeutende Schwankungen gab. Bei Nacht finden wir die höchsten Temperaturwerte gewöhnlich im 7 m- Niveau, was darauf deutet, dass die aktive Oberfläche vermutlich wirklich in der Zone der Laubkrone war, und die obere Schicht der Laubkrone dieses 7 m-Niveau

vor der Abkühlung beschützte. Die Angaben des in 5 m angebrachten Thermometers sind gestört; der Fehler muss im Thermometer sein. Die Schichtung der Temperatur ist also bei Tag und bei Nacht beinahe gleich; sie zeigt also die Verhältnisse eines gänzlich abhängigen Mikroklimas.

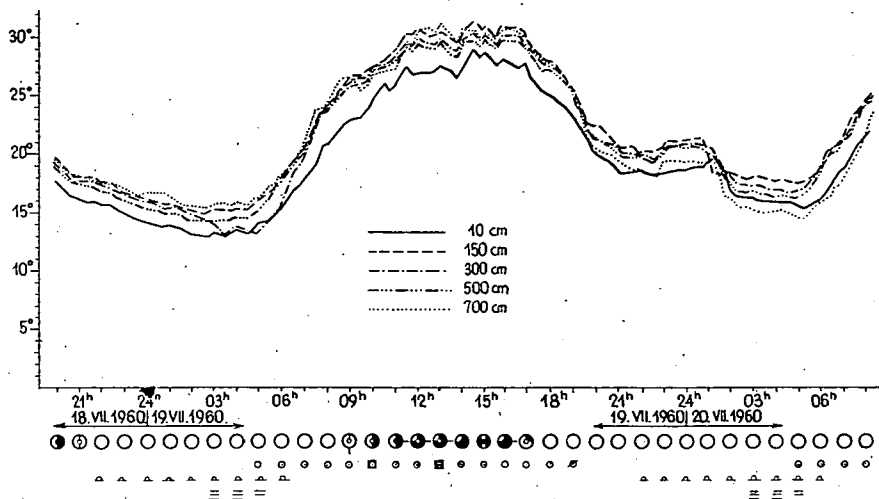


Abb. 4.

Für den allgemeinen Temperaturgang des Substrates ist es also charakteristisch, dass die Extremwerte sich in engen Grenzen bewegen, die Erwärmung und die Abkühlung langsam sind, und die durch äussere Einwirkungen hervorgerufenen Schwankungen 1,0–1,5°C nicht überschreiten.

Die Extremwerte der Temperatur in °C  
am 19.

	Min.	Max.	$\Delta$ Max.—Min.
10 cm	12,7	28,9	16,2
150 cm	14,7	31,4	16,7
300 cm	12,8	30,2	17,4
500 cm			
700 cm	15,2	31,1	15,9

Der Auenwald mit Pappeln (Esen) ist bei Nacht am mildesten und bei Tag am kühlgsten. Im ganzen Untersuchungsfeld sind also die Temperaturschwankungen hier am kleinsten. (Abb. 5.). Das thermometer zeigte die tiefsten Temperaturen, immer in 10 cm zwischen den Messungshöhen. Bei Nacht kühlt sich die Luft nur auf 14,0°C ab, bei Tag dagegen überschreitet die Temperatur 27,0°C nur einige Male. Die Temperatur der 150 cm — Luftschicht verläuft bei Nacht parallel mit der der 10 cm-Schicht, aber sie ist um 1,0°C wärmer als die letztere. Bei Tag dagegen ist sie um 2,0–2,5°C wärmer als die Temperatur der 10 cm-Schicht. Es ist interessant, dass das 300 cm-Ther-



momenter bei Nacht die gleiche Temperatur zeigt wie die der 10 cm-Schicht; der Unterschied ist  $\pm 0,1-0,2^{\circ}\text{C}$  was dem erlaubten Messfehler entspricht. Zwischen 5–6 Uhr übernimmt sie die Temperatur der 150 cm-Schicht und geht zusammen mit ihr bis 18 Uhr. Dieser eigenartige Gang aber lässt uns

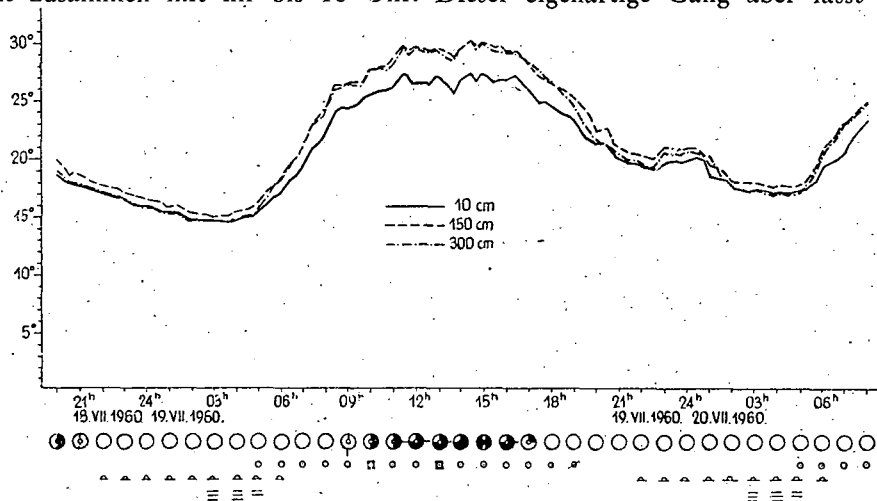


Abb. 5.

denken, dass die wirklichen Werte der Bestandtemperatur durch das 150 cm-Niveau vertreten werden. Bei Nacht kommt das Laubwerk des Auenwaldes nicht in direkte Verbindung mit den bodennahen Schichten gleicher Temperatur, sondern die Luft kühlt sich in der Laubzone im gleichen Masse ab wie nahe dem Boden. Bei Tag erwärmt sich die Laubzone schnell und es ist wahrscheinlich, dass ihre Temperatur mit der Temperatur des Sträucherniveaus (150 cm) des Auenwaldes nicht nur identisch wird, sondern damit auch eine Schicht bildet.

Dass die Temperatur der 10 cm-Zone immer am tiefsten ist kann dadurch erklärt werden, dass die Laubzone und die Sträucherzone des Auenwaldes gleichartig eine aktive Oberfläche bilden und so der untersten Zone des Waldes zweifachen Schutz gegen die Einstrahlung bieten.

Für den Lufttemperaturgang des Auenwaldes sind also langsame und mässige Erwärmung und Abkühlung, gleichmässiger Gang charakteristisch und das, dass die Temperatur des ganzen Waldes von der Bodenoberfläche zur Laubkrone einheitlich genug ist. In der Periode unserer Beobachtungen überschritt der Unterschied zwischen den einzelnen Niveaus während des ganzen Tages nicht  $3,0^{\circ}\text{C}$ .

Die Extremwerte der Lufttemperatur in  $^{\circ}\text{C}$   
am 19.

	Min.	Max.	$\Delta$ Max.—Min.
10 cm	14,4	27,4	13,0
150 cm	15,0	30,1	15,1
300 cm	14,4	30,0	15,6

## Die Bodentemperatur

Die Bodentemperaturmessungen wurden auf der *Riedgraswiese* und im *Brennessel-Röhrlicht-Bestand* in 2, 5, 10, 20 und 30 cm Tiefe mit Quecksilberthermometern, stundenweise abgelesen, ausgeführt.

In der Bodenstruktur der beiden in unserem Untersuchungsfeld aufgestellten Stationen fanden wir keinen grossen Unterschied. Darum sollte man bei der Untersuchung des Wärmeaustauschs des Bodens besonders die Pflanzendecke in Betracht ziehen, die ein Faktor ist der in der Bodentemperatur der beiden Stationen einen wesentlichen Unterschied verursacht. Diese Wirkung zeigt sich charakteristisch in den Extremwerten der Bodentemperatur.

### Die Extremwerte der Bodentemperatur

Auf der Riedgraswiese treten die Minima in allen Tiefen an drei Tagen in regelmässigen Abständen auf: in 2 cm um 05 Uhr, in 5 cm um 06 Uhr, in 10 cm um 09 Uhr. Wegen der geringen Schwankungen während des Tages und weil diese Messungen nur stundenweise ausgeführt wurden, konnten sie in 20 und 30 cm Tiefe nicht genau festgestellt werden. Auch der Unterschied zwischen den Minimumtemperaturen der einzelnen Schichten ist beinahe konstant:

	am 18.	am 19.	am 20.
$\Delta T_2 - T_5$	2,5°C	2,1°C	2,5°C
$\Delta T_5 - T_{10}$	1,4°C	1,4°C	1,0°C

Im Brennessel-Röhrlicht-Bestand ist die Lage ähnlich, aber zur Zeit der Erreichung der Minima erfolgt hier eine Verschiebung im Vergleich zu den gleichen Tiefen der Riedgraswiese, was auf die Beschattungswirkung der Vegetation zurückzuführen ist. Zur Zeit des Eintritts der Minima finden wir im Vergleich damit eine Verschiebung von zwei Stunden: in 2 cm 7 Uhr, in 5 cm 8 Uhr, in 10 cm 9 Uhr. Die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Schichten sind auch viel geringer:

	am 18.	am 19.	am 20.
$\Delta T_2 - T_5$	0,5°C	0,5°C	0,4°C
$\Delta T_5 - T_{10}$	0,4°C	0,3°C	0,1°C

Im Brennessel-Röhrlicht-Bestand sind die Werte der Minima höher als auf der *Riedgraswiese*, was beweist, dass der dichte Bestand des Röhrlichts eine isolierende Rolle spielt; er verhindert eine stärkere nächtliche Ausstrahlung. Der Unterschied ist in 2 cm am grössten: 1,7–2,0°C.

Die Bodentemperaturminima auf der *Riedgraswiese* und im *Brennessel-Röhricht-Bestand* in °C:

		am 18.	am 19.	am 20.
Riedgraswiese	2 cm	13,5°C	14,7°C	15,4°C
	5 cm	16,0	16,8	16,9
	10 cm	17,4	18,2	18,9
	20 cm	17,2	17,5	18,3
Brennessel-Röhricht-Bestand	2 cm	15,4	16,4	17,4
	5 cm	15,9	16,9	17,8
	10 cm	16,3	17,2	17,8

Die Maxima treten in identischen Schichten der beiden Stationen gleichzeitig auf: in 2 cm um 14 Uhr, in 5 cm um 16 Uhr, in 10 cm um 18 Uhr.

Die Vegetation des *Brennessel-Röhricht-Bestandes* spielt eine grosse Rolle in der Erwärmung des Bodens, weil sie den Boden während der Sonnenstrahlung lange Zeit beschattet. So ist es verständlich, dass zur gleichen Zeit in der 2 cm — Schicht der beiden Stationen auch Temperaturunterschiede von 10—12,0°C vorkommen.

Bodentemperaturmaxima auf der *Riedgraswiese* und im *Brennessel-Röhricht-Bestand* in °C

		am 18.	am 19.	am 20.
Riedgraswiese	2 cm	33,0°C	32,7°C	33,6°C
	5 cm	24,6	25,0	25,6
	10 cm	21,0	21,5	22,0
	20 cm	19,0	19,5	20,0
Brennessel-Röhricht-Bestand	2 cm	22,2	22,1	22,9
	5 cm	20,9	21,7	22,5
	10 cm	19,2	19,9	20,9

Unmittelbar nach Sonnenuntergang — ab 5 Uhr, — auf der *Riedgraswiese* beginnt der Anstieg der Temperatur schnell genug in 2 cm Tiefe, so dass zwischen 7—8 Uhr diese Schicht am wärmsten ist. Der gleichmässige Temperaturanstieg dauert bis ungefähr 11—12 Uhr, dann wird er von der Bewölkung abhängig langsamer, dann nach dem Maximum um 14 Uhr beginnt die Abnahme der Temperatur. Wegen der Offenheit des Geländes ist die Abkühlung ziemlich rasch und zwischen 20 Uhr und 21 Uhr wird es kälter als die 5 cm — Schicht. Dann wird der Abkühlungsvorgang langsamer, weil die Oberfläche aus den wärmeren tieferen Schichten Nachschub bekommt. Wenn wir das Graphikon des täglichen Ganges zeichnen, ist es einem gleichschenkligen Trapez sehr ähnlich. (Abb. 6.)

In 5 cm Tiefe ist der Temperaturgang viel ausgeglichener. Das Minimumwert ist hier um 1,8—2,5°C höher als im 2 cm — Niveau und das Minimum erfolgt hier ungefähr eine Stunde später. Die Erwärmung ist langsamer. Am 18. nach dem 06 Uhr-Minimum von 16,0°C um 09 Uhr ist hier die Temperatur nur 17,6°C und erreicht auch maximal nur 24,6°C, also um 8,4°C weniger als in 2 cm.

Der Unterschied des Maximums der 10 cm-Tiefe im Vergleich zur 5 cm schwankt zwischen 3,1–3,6°C an allen drei Tagen und das Maximum erfolgt spät um 18 Uhr.

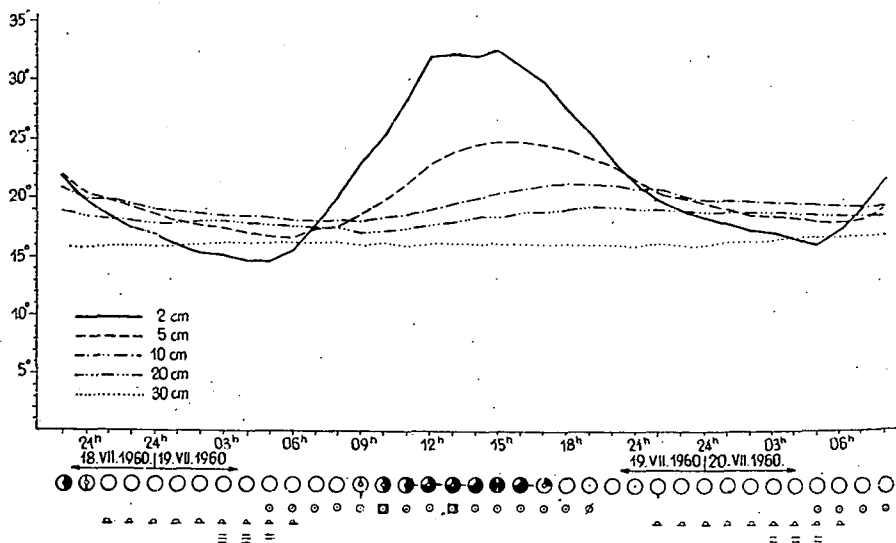


Abb. 6.

Die tägliche Schwankung des 20 cm – Niveaus ist zwischen 1,7–2,0°C; sie erreicht ihr Maximum und ihr Minimum zu pünktlich nicht bestimmbar Zeiten.

Die 30 cm – Schicht hat keinen merkbaren täglichen Gang. Während der fünftägigen Beobachtung wies er ansteigende Temperatur auf; die Temperatur stieg von 15,8°C auf 16,9°C. Während der ganzen Beobachtung war dies die kälteste Schicht; nur die Temperatur der 2 cm – Schicht sank noch tiefer im Laufe der nächtlichen Abkühlung.

Die Ursache des interessanten Temperaturganges ist in der Struktur des Bodens zu suchen. Die dicke, lockere, torfige Schicht ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. Schlechte Wärmeleitung ist charakteristisch für die obere 20 cm – Schicht. Das 30 cm – Thermometer ist schon im Wiesenlehm, doch übt die torfige Schicht eine so starke isolierende Wirkung aus, dass diese verhältnismässig nicht tief liegende Schicht trotz der starken Einstrahlung im täglichen Wärmeaustausch keine aktive Rolle spielt. Die Bodenoberfläche ist ein guter Wärmeabsorber; dies ist die Ursache der starken Erwärmung der oberflächennahen 2 cm – Schicht.

Im Brennessel-Röhricht-Bestand ist die Bodenstruktur ähnlich. Es ist charakteristisch, dass die Vertorfung und Humusbildung intensiver ist als auf der Riedgraswiese. Die Ursache davon ist die grössere Menge von pflanzlichem Stoff, die in den Boden gerät, und die häufigere Wasserbedeckung. Dazu kommt noch eine üppige Pflanzendecke, die den Tagesgang, den wir auf der Riedgraswiese erkannt haben, bedeutend verändert.

In *Brennessel-Röhricht-Bestand* erreicht die 2 cm — Schicht ihr Minimum um 07 Uhr, also zwei Stunden später als auf der *Riedgraswiese*. In 5 cm ist die Lage ähnlich. Die Erwärmung beginnt zwar später, aber geht schnell vor sich: die Zeit der Maxima ist schon die gleiche an beiden Stationen. Die Ursache davon haben wir schon bei der Untersuchung der Lufttemperatur erörtert. Die Beschattung spielt eine wichtige Rolle; darum überschreitet das Maximum der 2 cm — Schicht 23,0°C nie. Auch bei der Ausstrahlung müssen wir mit der ermässigten Wirkung der Beschattung rechnen; so ist es verständlich, dass die Werte des Minimums trotz der um 10–12,0°C geringeren vormittäglichen Erwärmung die Werte der 2 cm — Schicht der *Riedgraswiese* nicht überschreiten. (Abb. 7.)

Die Beschattung beeinflusst die Temperatur der 5 cm — Schicht unmittelbar nicht, darum erwärmt sich diese genug von der aus den darüber liegenden

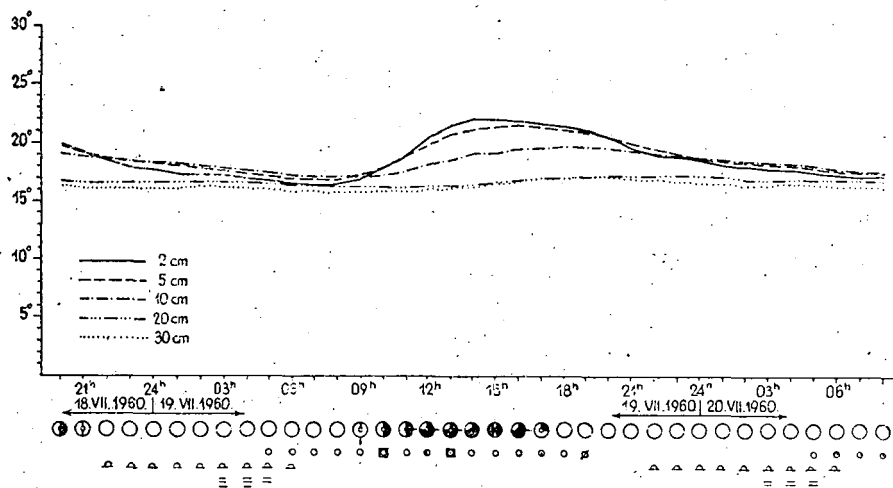


Abb. 7.

Schichten bekommenen Wärme, ihre Temperatur bleibt nur um 1,0–2,0°C unter der Temperatur der 2 cm — Schicht.

Die 10 cm — Schicht bekommt so wenig Wärme, dass die Schwankung ihrer Temperatur während des ganzen Tages sich zwischen 2,7–3,0°C bewegt und von der Temperatur der 5 cm — Schicht nur um 1,6–1,8°C abweicht.

Die 20 — und die 30 cm — Schichten bleiben immer am kältesten und ähnlich wie auf der *Riedgraswiese* zeigt die Temperatur auch hier eine steigende Tendenz.

Neben den Linien-Graphikons habe ich auch die Bodentemperaturisoplethen der zwei Stationen bereitet. Die aktiven Wärme — und kälteschichten [7.], der Gang der täglichen Erwärmung und Abkühlung nach der Tiefe, das Tempo der Erwärmung und Abkühlung, die Lage der einzelnen Schichten im täglichen Gang sind in Abb. 8 gut zu sehen. Man kann sehen, dass infolge der schlechten Wärmeleitung nur die obere 20 cm Schicht einen täglichen Temperaturgang hat. (Abb. 8.)

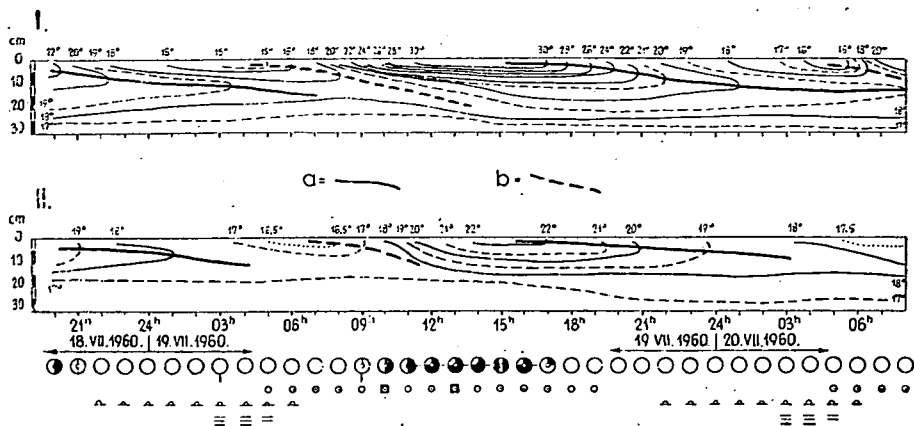


Abb. 8.

### Die Untersuchung der relativen Feuchtigkeit

Im Brennessel-Röhricht-Bestand und auf der Riedgraswiese führten wir stundenweise Messungen mit Assmannschen Aspirationspsychrometern in 10 und 150 cm Höhe aus.

Im allgemeinen ist es charakteristisch für beide Stationen, dass infolge des hohen Grundwasserniveaus und der starken Verdunstung der Vegetation die relative Feuchtigkeit auch trotz der intensiven Erwärmung immer hoch ist. Es kann dabei auch eine Rolle spielen, dass das Gelände im Vergleich mit der Umgebung tiefer ist, mit dichter Vegetation und dass es nur nach S offen liegt und so der Austausch der Luft durch den schwächeren Wind nicht gesichert ist. Bei Nacht ist die Luftfeuchtigkeit nahe an 100%. Bei Tag nimmt der relative Dunstgehalt auf der Riedgraswiese auf 40–42%, im Brennessel-Röhricht-Bestand durchschnittlich bis 50% ab.

Der hohe Dunstgehalt der Luft verursacht, dass zwar die nächtliche Abkühlung nicht stark ist, bildet sich Tau schon um 22 Uhr und Bodennebel in den Morgenstunden.

In der Abgrenzung der Mikroklimaräume spielt die Beschaffenheit der Unterschichten eine wichtige Rolle. Neben anderen identischen mikroklimagestaltenden Faktoren schafft die Verschiedenheit der Unterschichten verschiedene einzelne Mikroklimata. (6.)

Zwar haben wir hier unsere Forschungsergebnisse nur skizzenhaft mitgeteilt, kann die Rolle der verschiedenen Unterschichten prägnant erkannt werden. Auf den vier verschiedenen Unterschichten erhält die Pflanzenbedeckung eine entscheidende Rolle. Die einzelnen Pflanzengesellschaften fangen die Sonnenstrahlung in verschiedenem Masse auf, bzw. lassen sie in verschiedenem Masse durch, und dies bestimmt die Luft – und Bodentemperaturverhältnisse. Aber die Beschaffenheit des Bodens, die dicke torfige Schicht und das hohe Bodenwasserniveau bekommen auch eine Rolle in der Gestaltung von Mikroklimaräumen.

## Literatur

1. PÉCSI, M.: Budapest természeti képe. — Akadémiai Kiadó, Budapest 1958.
2. GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Vieweg und Sohn, Braunschweig 1961.
3. Időjárási napijelentések. (Tägliche Wetterberichte.) Országos Meteorológiai Intézet, Budapest, Juli 1960.
4. JUHÁSZ, J.: Egy pótharaszti homokbucka hőmérsékleti viszonyai. — Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Szeged. 1961. In Manuskript.
5. KAKAS, J.: Természetes kritériumok alapján kijelölhető éghajlati körzetek Magyarországon. — Időjárás, 64, Nr. 6, 1960.
6. WAGNER, R.: Mikroklimatérsegek és térképezésük. — Földrajzi Közlemények, 80, Nr. 2, 1956.
7. WAGNER, R.: Adatok a Délkelet-Alföld mikroklimájához. — Földrajzi Értesítő, 5, Nr. 2, 1956.
8. WAGNER R.: Mikroklima kutatás a DK-Alföldön. Vorlesung. Bp. 16. X. 1953.